



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 13 432 A 1**

21 Aktenzeichen: 198 13 432.0
22 Anmeldetag: 27. 3. 98
43 Offenlegungstag: 30. 9. 99

51 Int. Cl.⁶:
G 01 M 3/32
G 01 M 3/38
G 01 N 21/90
G 01 N 21/71
G 01 N 29/22
G 01 N 27/62
G 01 N 27/18
G 01 N 25/18
B 65 D 90/50

DE 198 13 432 A 1

71 Anmelder:
Stetter, Michael, 70374 Stuttgart, DE; Schroff,
Gerhart, 71397 Leutenbach, DE

72 Erfinder:
gleich Anmelder

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 37 31 502 C2
DE 196 35 943 A1
DE 196 30 768 A1
DE 196 00 443 A1
DE 195 35 720 A1
DE-OS 20 09 197
EP 01 47 917 A1
SU 4 28 242
SU 2 98 876

ROSENCWAIG, Allan: Photoacoustics and
Photoacoustic Spectroscopy, John Wiley & Sons,
New York, et.al., 1980, S.132-145;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Anordnung zur lokalen Dichtheitsprüfung

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur lokalen Dichtheitsprüfung von Behältern oder Gehäusen, wonach das Prüfobjekt dadurch auf Leckagen untersucht wird, daß ein Teilbereich der Prüfobjektoberfläche mit testgasfreier Umgebungsluft angeblasen wird, so daß im Falle eines Lecks in dem betrachteten Prüfbereich das aus diesem austretende Testgas sich in einem Prüfvolumen homogen verteilt. Das Prüfvolumen wird hierzu zumindest teilweise von dem Prüfbereich der Prüfobjektoberfläche und dem die testgasfreie Umgebungsluft abgebenden Einblaseelement begrenzt, so daß sichergestellt ist, daß das aus einem Leck am Prüfbereich austretende Testgas auch in das Prüfvolumen gelangt. Aus der im Prüfvolumen sich einstellenden Testgaskonzentration kann dann sicher auf die Anwesenheit eines Lecks im Prüfbereich der Prüfobjektoberfläche geschlossen werden.

DE 198 13 432 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Anordnung zur lokalen Dichtheitsprüfung von Behältern und/oder Gehäusen, wonach ein derartiges Prüfobjekt mit einem Testfluid beaufschlagt wird, das gegenüber der Umgebung unter erhöhtem Druck steht, so daß bei Vorhandensein eines Lecks Fluid aus dem Prüfobjekt austritt und hieraus das Leck erkannt wird.

Zur lokalen Dichtheitsprüfung von Behältern, die bei bestimmungsgemäßem Gebrauch mit einem flüssigen oder gasförmigen Medium verfüllt sind, z. B. von Wasser- und Ölkühlern für Kraftfahrzeuge, ist das sogenannte "Schnüffelfverfahren" bekannt. Hierbei wird der Prüfling mit dem Testfluid, meistens Helium oder SF_6 , mit Druck beaufschlagt, wobei die mit der Prüfung betraute Person den Prüfling mit einer "Schnüffel-Sonde", welche im einfachsten Fall aus einem dünnen Schlauch besteht, durch den Gas eingesaugt wird, absucht. Führt die mit der Prüfung betraute Person nun die Schnüffel-Sonde nahe genug über ein Leck hinweg, so wird etwas aus dem Leck ausgetretenes Testfluid eingesaugt und, z. B. bei Helium als Testfluid, über ein als Helium-Detektor betriebenes Massenspektrometer, nachgewiesen und somit das Leck erkannt.

Ein wesentlicher Nachteil dieser Art der Leckdetektion ist darin zu sehen, daß das aus einem Leck austretende Testgas zu einem großen Teil durch die beispielsweise über Konvektion bewegte Umgebungsluft verweht wird. Es ist oft schon nach wenigen Sekunden sehr schwierig, verwehtes Testgas von Testgas, welches unmittelbar über dem Leck von der Schnüffelsonde eingesaugt wird, zu unterscheiden. Diese Situation wird zusätzlich noch dadurch erschwert, daß die verwehten Testgasmengen mit der Prüfzeit proportional zunehmen. Es ist somit für den mit der Prüfung betrauten Beobachter in vielen Fällen (vor allem bei großen oder komplexen Teilen) sehr schwierig, gefundenes Testgas eindeutig einem Leck zuzuordnen. Auch stellt diese manuelle Tätigkeit mit den hierdurch unvermeidlichen bedienerabhängigen Fehlerquellen für die industrielle Fertigung ein Problem dar.

Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß die lokale Dichtheitsprüfung für praktische Anwendungsfälle sicherer und automatisierbar unter rauen Industriebedingungen durchgeführt werden kann.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1, dem Grundgedanken nach, sowie in Ausführungsvarianten und Ausgestaltungen derselben durch die Merkmale der Unteransprüche 2 bis 17 und hinsichtlich der Anordnung durch die Merkmale des Anspruchs 18 und in Ausgestaltungen durch die weiteren Unteransprüche 19 bis 34 gelöst.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß durch geeignetes Einblasen von testgasfreier Umgebungsluft in ein beispielsweise "becherförmiges" Volumen in welches pro Zeit eine konstante Menge Testgas abgegeben wird, sich schnell eine zeitlich konstante Testgaskonzentration in fast dem gesamten Volumen einstellt. Diese ist im wesentlichen durch die pro Zeit zugeführte Menge an Testgas und Umgebungsluft, sowie das Volumen in das diese beiden Volumenströme eintreten und verwirbelt werden bestimmt. Da aber die pro Zeit in das Volumen eingeblasene Gasmenge mit der aus dem Volumen wieder austretenden Gasmenge identisch sein muß, da sonst der Druck in dem Volumen steigen würde, was bei einem offenen "Becher" nicht möglich ist, können bei einer ausreichenden Menge an eingeblasener Umgebungsluft keine weiteren Gase in das Volumen eindringen. Gemäß der Erfindung wird daher vorgeschlagen,

das Prüfobjekt dadurch auf Leckagen zu untersuchen, daß ein Teilbereich der Prüfobjektoberfläche, der Prüfbereich (5), so mit testgasfreier Umgebungsluft und/oder testgasfreien Gasen angeblasen wird, daß im Falle eines Lecks (2) im Prüfbereich (5) das aus diesem austretende Testgas in dem Prüfvolumen (4) – vorzugsweise homogen – verteilt wird. Das Prüfvolumen (4) wird hierzu zumindest teilweise von dem Prüfbereich (5) der Prüfobjektoberfläche begrenzt, so daß sichergestellt ist, daß das aus einem Leck (2) im Prüfbereich (5) austretende Testgas auch in das Prüfvolumen (4) gelangt. Aus der im Prüfvolumen (4) sich so einstellenden Testgaskonzentration kann dann sicher auf die Anwesenheit eines Lecks (2) im Prüfbereich (5) der Prüfobjektoberfläche geschlossen werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß in das Prüfvolumen (4) so testgasfreie Umgebungsluft und/oder testgasfreies Gas eingeblasen wird, daß Testgas von außerhalb dieses Prüfvolumens (4) und/oder Testgas, aus Oberflächenbereichen des Prüfobjektes, welche das Prüfvolumen (4) nicht begrenzen, in dieses Prüfvolumen (4) nicht eindringen kann. Dies ist um so leichter, je mehr testgasfreie Umgebungsluft pro Zeit in das Prüfvolumen eingeblasen wird, da dann auch die aus dem Prüfvolumen (4) wieder austretende Menge Luft pro Zeit entsprechend steigt.

Vorteilhafterweise wird die nach Lecks (2) abzusuchende Prüfobjektoberfläche dadurch Stück für Stück nach Leckagen abgesucht, daß das Prüfvolumen (4) stetig oder in diskreten Schritten auf der Oberfläche des Prüfobjektes verschoben wird, und somit der dem Prüfvolumen (4) zugeordnete Prüfbereich (5) über die Oberfläche wandert. Liegt ein Leck (2) zu einem bestimmten Zeitpunkt in diesem Bereich (5) vor, so wird es erkannt und aus der momentanen Position des Prüfvolumens (4) ist dann die Position des Lecks (2) bekannt.

Besonders vorteilhaft kann das Verschieben von Prüfvolumen (4) mittels Robotern und/oder Verschiebeeinheiten erreicht werden.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, als Testgas He (Helium), H_2 (Wasserstoff), CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_2H_2 (Ethin), C_2H_4 (Ethen), Propen, Buten, N_2O , CO_2 , oder SF_6 oder ein Gemisch aus diesen Gasen mit Luft oder auch Preßluft zu verwenden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Testgaskonzentration im Prüfvolumen (4) mittels optischer Gasnachweisverfahren bestimmt wird.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß zur Konzentrationsbestimmung des Testgases das in der Deutschen Patentanmeldung DB 195 00 947.9 (Stetter/Schroff, 14.01.95) beschriebene optische Gasnachweisverfahren verwendet wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß zur Konzentrationsbestimmung des Testgases das in der Deutschen Patentanmeldung DB 195 35 720.5 (Stetter/Schroff, 26.09.95) beschriebene optische Gasnachweisverfahren verwendet wird.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht zur Konzentrationsbestimmung des Testgases Gasnachweisverfahren vor, welche den Testgasanteil eines Gases über die Messung der Wärmeleitfähigkeit des Gases ermitteln. Hierdurch können Testgase, die eine von der Umgebungsluft verschiedene Wärmeleitfähigkeit besitzen, sicher erkannt werden.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht zur Konzentrationsbestimmung des Testgases Gasnachweisverfahren vor, welche den Testgasanteil eines Gases über die Messung der Elektronenaffinität – vorzugsweise basierend auf dem Resonanzeinfang von Elektronen – des Gases ermitteln. Hierdurch können Testgase deren Wechsel-

wirkung mit freien Elektronen im Gegensatz zur Umgebungsluft sehr ausgeprägt oder besonders charakteristisch ist, - dies trifft in besonderem Maße auf SF_6 zu -, anhand dieser Wechselwirkung mit freien Elektronen sicher erkannt werden.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht zur Konzentrationsbestimmung des Testgases Gasnachweisverfahren, basierend auf der Wechselwirkung der Testgase mit speziellen Halbleiterdetektoren, vor, Insbesondere solche bei denen sich die elektrische Leitfähigkeit oder die Kapazität ändert.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß die lokale Lecksuche sowohl bei Atmosphärendruck als auch bei sehr kleinen Drücken (kleiner 100 mbar absolut) durchgeführt werden kann. Dies ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn die hier vorgeschlagene Prüfmethode mit der bekannten "Vakuumdruckanstiegsmethode", bei welcher das Prüfobjekt in eine Vakuumglocke gebracht wird, diese evakuiert wird und aus dem mit der Zeit ansteigenden Druck in der Vakuumglocke auf die Summenleckage am Prüfobjekt geschlossen wird, kombiniert wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Anordnung zur lokalen Lecksuche;

Fig. 2 ein gegenüber Fig. 1 abgewandeltes Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur lokalen Lecksuche;

Fig. 3 ein Ausgestaltungsdetail zu den in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispielen einer Anordnung zur lokalen Lecksuche;

Fig. 4 ein weiteres gegenüber Fig. 1 abgewandeltes Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur lokalen Lecksuche;

Fig. 5 ein spezielles Anwendungsbeispiel der in Fig. 4 dargestellten Anordnung zur lokalen Lecksuche.

Das in den Fig. 1, 2 und 3 dargestellte Einblaselement (1) legt sowohl das Prüfvolumen (4), als auch, durch die Art und Weise wie die testgasfreie Umgebungsluft - vorzugsweise Preßluft - in das Prüfvolumen (4) und auf die Prüfobjektoberfläche geblasen wird, den Prüfbereich (5) auf der Prüfobjektoberfläche fest. Dem Einblaselement (1) wird mittels einer Drossel (32), welche eingangsseitig mit einem, testgasfreien Umgebungsgase bereitstellenden Druckspeicher (33) - vorzugsweise einem Preßluftspeicher -, und ausgangssseitig mit einer - vorzugsweise flexiblen - Leitung (36) verbunden ist, über Anschluß (19) ein fest eingestellter Volumenstrom an testgasfreien Umgebungsgasen zugeführt. Dieser Volumenstrom an testgasfreien Umgebungsgasen wird durch die Kanäle (18) des Einblaselements (1) in Form eines "Luftvorhangs" auf die Prüfobjektoberfläche geblasen. Dieser Luftvorhang "verbindet" so das Einblaselement (1) mit der Oberfläche des Prüfobjekts (10) und umschließt so, bis auf den Randbereich (8) des Anblasbereichs (7), das Innere des Anblasbereichs (7). Der den Anblasbereich (7) umschließende, hierdurch in dem Randbereich (8) gebildete, diesen nach außen in die Umgebung des Einblaselements (1) nahe der Prüfobjektoberfläche verlassende Volumenstrom (21) verhindert ein Eindringen von Testgas, aus dem, den Anblasbereich (7) umgebenden Außenbereich, in den Anblasbereich (7) und hierdurch in das Prüfvolumen (4). Durch den so aus dem Randbereich (8) in das Innere des Anblasbereichs (7) entstehenden Volumenstroms (22) wird das aus einem Leck (2) im Prüfbereich (5) austretende Testgas in das Prüfvolumen (4) transportiert und dort verteilt. Das Einblaselement (1) wird vorteilhafterweise als Hohlzylinder ausgebildet, wobei die Kanäle (18) in der Zylinderwandung integriert werden. Dies kann einfach durch zwei konzentrisch angeordnete Rohre erreicht werden. Wird der dann zwischen den Rohren entstehende Ringkanal (18) am einen

Ende verschlossen und wird an diesem Ende Anschluß (19) angebracht, so tritt der dem Einblaselement (1) über den Anschluß (19) zugeführte Volumenstrom an testgasfreien Umgebungsgasen an dem offenen Ende als coaxialer, zylindrischer Mantelstrom aus. Dieses so aufgebaute Einblaselement (1) wird so an die Prüfobjektoberfläche herangeführt, daß die Zylinderachse des Einblaselements (1) senkrecht zu dem Prüfbereich (5) steht und daß das Einblaselement (1) sich in der Nähe der Prüfobjektoberfläche - vorzugsweise in einem Abstand kleiner ein Drittel des Durchmessers des Einblaselements (1) - befindet. Hierdurch bildet sich ein stabiler Luftvorhang zwischen dem Einblaselement (1) und der Prüfobjektoberfläche aus. Das Prüfvolumen (4) entspricht dann dem Innenvolumen des Einblaselements (1) einschließlich dem Anblasbereich (7) zwischen Prüfbereich (5) und Einblaselement (1), sofern der in das Innere des Anblasbereichs (7) gerichtete Volumenstrom (22) groß genug - vorzugsweise größer einem Volumenstrom von dem zweifachen Innenvolumen des Einblaselements (1) pro Sekunde - ist.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, den zur Bestimmung der im Prüfvolumen (4) vorliegenden Testgaskonzentration verwendeten Detektor (11) innerhalb des Prüfvolumens (4) zu integrieren und das Detektorsignal (11') als Maß für die Testgaskonzentration im Prüfvolumen (4) auszuwerten.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht eine über Leitung (37) mit einem Untersuchungsvolumen (3) verbundene Schnüffelsonde (31) zum Transport eines dem Prüfvolumen (4) entnommenen, fest durch eine Drossel (34) vorgegebenen Volumenstroms in das Untersuchungsvolumen (3) vor. Drossel (34) wird hierzu eingangsseitig mit einer Vakuumpumpe (35) und ausgangssseitig mit dem Untersuchungsvolumen (3) über Leitung (30) verbunden.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, den zur Bestimmung der im Prüfvolumen (4) vorliegenden Testgaskonzentration verwendeten Detektor (11) innerhalb des Untersuchungsvolumens (3) zu integrieren und das Detektorsignal (11') als Maß für die Testgaskonzentration im Prüfvolumen (4) auszuwerten.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, in einem Untersuchungsvolumen (3) Gas aus dem Prüfvolumen (4) einem von einer Strahlquelle - vorzugsweise eines Lasers - emittierten, - vorzugsweise intensitätsmodulierten - elektromagnetischen Wellenfeld (6) auszusetzen, das Frequenzanteile enthält, die von dem Testgas unter Erzeugung eines der Leckerkennung dienenden Detektorsignals (11') absorbiert werden und daß das Detektorsignal (11') als Maß für die Testgaskonzentration im Prüfvolumen (4) ausgewertet wird.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, sowohl das Einblaselement (1) als auch die Schnüffelsonde (31) als dünnes Rohr auszubilden und an dem Ende (1') des Einblaselements (1) testgasfreie Umgebungsgase in das Prüfvolumen (4) einzublasen und an dem Ende (31') der Schnüffelsonde (31) Gas aus dem Prüfvolumen (4) einzusaugen. Dies ist insbesondere bei solchen Prüfobjekten hilfreich, bei welchen das Prüfvolumen (4) nahezu vollständig von dem Prüfobjekt (10) umgeben ist. Fig. 5 zeigt so einen Fall. Das dort abgebildete Prüfobjekt - eine Wasserpumpe - darf an der Dichtstelle (14) zwischen dem wasserführenden Pumpraum (13) und dem durch die Kugellager, die Pumpenwelle und das zylindrische Kugellagergehäuse begrenzten Prüfvolumen (4) keine Leckage aufweisen. Um die Dichtstelle (14) auf Dichtheit zu prüfen, wird der Pumpraum (13) nach außen abgedichtet und mit Testgas bedrückt. Danach wird das Einblaselement (1) und die Schnüffelsonde (31) durch die am Kugellagergehäuse vorhandene Öffnung ein-

geführt und über das Ende (1') des Einblaselements (1) testgasfreie Umgebungsluft in das Prüfvolumen (4) eingeblasen. Über das Ende (31') der Schnüffelsonde (31) wird dem Prüfvolumen (4) dann Gas entnommen und zur Bestimmung des Testgasanteils dem Untersuchungsvolumen (3) zugeführt. Über Detektor (11) wird dann die Testgaskonzentration ermittelt.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß das Einblaselement (1) innerhalb der Schnüffelsonde (31) verläuft und daß das Ende (1') des Einblaselements (1) etwas – vorzugsweise den dreifachen Durchmesser des Einblaselements (1) – über das Ende (31') der Schnüffelsonde (31) hinausragt.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß über das Einblaselement (1) mehr testgasfreie Umgebungsluft in das Prüfvolumen (4) eingeblasen wird als durch die Schnüffelsonde (31) abgesaugt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur lokalen Dichtheitsprüfung von Behältern, Gehäusen und dergleichen Prüfobjekten, bei welchem das Prüfobjekt (10) mit einem unter Druck stehenden Testgas beaufschlagt wird und bei welchem bei Vorhandensein eines Lecks (2) aus dem Prüfobjekt (10) Testgas entweicht, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Prüfvolumen (4) so gewählt und/oder gestaltet wird, daß das Prüfvolumen (4) zumindest teilweise durch einen auf Leckagen zu untersuchenden Prüfbereich (5) des Prüfobjektes (10) begrenzt wird, so daß bei Vorhandensein eines Lecks (2) im Prüfbereich (5) das hieraus in das Prüfvolumen (4) entweichende Testgas im Prüfvolumen (4) durch Einblasen von testgasfreier Umgebungsluft und/oder testgasfreier Gase in dieses Prüfvolumen (4) verteilt wird und die Testgaskonzentration gemessen wird und hieraus auf das Vorhandensein eines Lecks und/oder auf die Größe eines Lecks geschlossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in das Prüfvolumen (4) so testgasfreie Umgebungsluft und/oder testgasfreies Gas eingeblasen wird, daß Testgas von außerhalb dieses Prüfvolumens (4) und/oder Testgas, aus Oberflächenbereichen des Prüfobjektes, welche das Prüfvolumen (4) nicht begrenzen, in dieses Prüfvolumen (4) nicht eindringen kann.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Prüfvolumen (4) – vorzugsweise automatisiert mittels eines Roboters und/oder einer Verschiebeeinheit – über die Oberfläche des Prüfobjektes (10) bewegt wird und/oder aus der Position des Prüfvolumens (4) auf den Ort eines Lecks (2) geschlossen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Testgas He (Helium) und/oder H₂ (Wasserstoff) und/oder CH₄ und/oder C₂H₆ und/oder C₃H₈ und/oder C₂H₂ (Ethin) und/oder C₂H₄ (Ethen) und/oder Propen und/oder Buten und/oder N₂O und/oder CO₂ und/oder SF₆ und/oder ein Gemisch aus diesen Gasen und/oder ein Gemisch aus einem oder mehreren dieser Gase mit Luft und/oder Stickstoff verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das verwendete Testgas mittels optischer Gasnachweisverfahren detektiert und/oder die Testgaskonzentration mittels optischer Gasnachweisverfahren bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Untersuchungsvo-

lumen (3) Gas aus dem Prüfvolumen (4) einem von einer Strahlquelle emittierten, – vorzugsweise intensitätsmodulierten – elektromagnetischen Wellenfeld (6) ausgesetzt wird, das Frequenzanteile enthält, die von dem Testgas unter Erzeugung eines der Leckerkennung dienenden Detektorsignals (11') absorbiert werden und daß das Detektorsignal (11') als Maß für die Testgaskonzentration im Prüfvolumen (4) und/oder für die Größe eines Lecks (2) gemessen und ausgewertet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Untersuchungsvolumen (3) als ein Teilvolumen des Prüfvolumens (4) gewählt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Untersuchungsvolumen (3) ein Bereich außerhalb des Prüfvolumens (4) gewählt wird und daß Gas aus dem Prüfvolumen (4) zur Bestimmung des Testgasanteils in das Untersuchungsvolumen (3) verbracht wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das der Leckerkennung dienende Detektorsignal (11') von einem als Detektor (11) dienenden empfindlichen Schalldetektor – vorzugsweise einem empfindlichen Mikrophon – unter Verwendung des photoakustischen Effektes erzeugt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zum Testgasnachweis das in der Deutschen Patentanmeldung DE 195 00 947.9 (Stetter/Schroff, 14.01.95) beschriebene optische Gasnachweisverfahren verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zum Testgasnachweis das in der Deutschen Patentanmeldung DE 195 35 720.5 (Stetter/Schroff, 26.09.95) beschriebene optische Gasnachweisverfahren verwendet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Testgasnachweisverfahren Massenspektrometer und/oder Halbleitersensoren und/oder Sensoren zur Bestimmung des Testgasanteils eines Gases mittels Messung der Wärmeleitfähigkeit des Gases und/oder Sensoren zur Bestimmung des Testgasanteils eines Gases mittels der Messung der Elektronenaffinität – vorzugsweise basierend auf dem Resonanzeinfang von Elektronen – des Gases verwendet werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer Schnüffelsonde – vorzugsweise ausgestaltet als dünne Kapillare – Gas aus dem Prüfvolumen (4) abgesaugt wird, so daß bei Vorhandensein eines Lecks (2) zumindest ein Teil des aus dem Leck (2) austretenden Testgases eingesaugt und einem Gasnachweisystem zur Testgaskonzentrationsbestimmung zugeführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in der Umgebung des Prüfobjektes (10) dem Atmosphärendruck entspricht.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in der Umgebung des Prüfobjektes (10) kleiner als der Atmosphärendruck – vorzugsweise zwischen 1 und 200 mbar absolut – gewählt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Prüfobjekt (10) zur Dichtheitsprüfung in eine Prüfkammer verbracht wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Prüfkammer auf einen fest vorgegebenen Druck evakuiert wird.

18. Anordnung zur lokalen Dichtheitsprüfung von Be-

haltern, Gehäusen und dergleichen Prüfobjekten (10), die mit einem unter Druck stehenden Testgas beaufschlagbar sind, mit einem Prüfvolumen (4) zur Aufnahme von im Leckfalle Testgas enthaltenden Umgebungsgasen des jeweiligen Prüfobjektes (10), mit einem das Prüfvolumen (4) zumindest teilweise begrenzenden, auf Leckagen zu untersuchenden Prüfbereich (5) der Oberfläche des Prüfobjektes (10), mit einem Einblaselement (1) zum Einblasen testgasfreier Umgebungsgase in das Prüfvolumen (4) und/oder Anblasen des Prüfbereichs (5) mit testgasfreien Umgebungsgasen zur Verteilung von im Falle eines Lecks (2) im Prüfbereich (5) austretender Testgase in dem Prüfvolumen (4), mit einem Detektor (11) zur Erzeugung eines der im Prüfvolumen (4) vorliegenden Testgaskonzentration eindeutig zugeordneten – vorzugsweise proportionalen – Detektorsignals (11').

19. Anordnung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch eine – vorzugsweise einstellbare – Drossel (32), welche eingangsseitig mit einem testgasfreien Umgebungsgase bereitstellenden Druckspeicher (33) und ausgangsseitig mittels einer – vorzugsweise flexiblen – Leitung (36) über einen – vorzugsweise lösbaren – Anschluß (19) mit dem Einblaselement (1), zum Einleiten eines fest vorgegebenen Volumenstroms an testgasfreien Umgebungsgasen in das Einblaselement (1), verbunden ist.

20. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblaselement (1) nahe an der Prüfobjektoberfläche zur Festlegung des Prüfbereichs (5) angeordnet wird.

21. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblaselement (1) Kanäle (18) enthält, durch welche die in das Einblaselement (1) eingeleiteten testgasfreien Umgebungsgase in den Randbereich (8) des zwischen Einblaselement (1) und Prüfbereich (5) der Prüfobjektoberfläche gelegenen Anblasbereichs (7), zur Erzeugung eines von dem Randbereich (8) in das Innere des Anblasbereichs (7) gerichteten Volumenstroms (22), eingeblasen werden.

22. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblaselement (1) Kanäle (18) enthält, durch welche die in das Einblaselement (1) eingeleiteten testgasfreien Umgebungsgase in den Randbereich (8) des Anblasbereichs (7), zur Erzeugung eines den Anblasbereich (7) umschließenden und den Randbereich (8) nach Außen in die Umgebung des Einblaselements (1) nahe der Prüfobjektoberfläche verlassenden Volumenstroms (21), eingeblasen werden.

23. Anordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Volumenstrom (22) das aus einem Leck (2) im Prüfbereich (5) austretende Testgas in das Prüfvolumen (4) transportiert und darin – vorzugsweise homogen – verteilt.

24. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, gekennzeichnet durch ein das Prüfvolumen (4) zumindest teilweise umgebende Einblaselement (1) zur Abgrenzung des Prüfvolumens (4) von der restlichen Prüfumgebung.

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der zur Bestimmung der im Prüfvolumen (4) vorliegenden Testgaskonzentration verwendete Detektor (11) innerhalb des Prüfvolumens (4) integriert wird und/oder das Prüfvolumen (4) innerhalb des Einblaselements (1) angeordnet wird.

26. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 25, gekennzeichnet durch eine – vorzugsweise einstellbare

– Drossel (34), welche eingangsseitig mit einer Vakuumpumpe (35) und ausgangsseitig mit dem Untersuchungsvolumen (3) über eine – vorzugsweise flexible – Leitung (30) verbunden ist, mit einer Schnüffelsonde (31) – vorzugsweise als dünne Kapillare ausgebildet –, welche über eine – vorzugsweise flexible – Leitung (37) mit dem Untersuchungsvolumen (3), zum Transport eines dem Prüfvolumen (4) entnommenen, fest vorgegebenen Volumenstroms in das Untersuchungsvolumen (3), verbunden ist.

27. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblaselement (1) und/oder die Schnüffelsonde (31) als – vorzugsweise dünne – rohrförmige Elemente ausgestaltet sind, und an dem Ende (1') des Einblaselements (1) testgasfreie Umgebungsgase in das Prüfvolumen (4) eingeblasen werden und an dem Ende (31') der Schnüffelsonde (31) Gas aus dem Prüfvolumen (4) eingesaugt wird.

28. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß das – vorzugsweise rohrförmige – Einblaselement (1) innerhalb der – vorzugsweise rohrförmigen – Schnüffelsonde (31) verläuft.

29. Anordnung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Ende (1') des Einblaselements (1) etwas – vorzugsweise den dreifachen Durchmesser bei einem runden Querschnitt des Einblaselements (1) – über das Ende (31') der Schnüffelsonde (31) hinausragt.

30. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das von einer Strahlquelle emittierte elektromagnetische Wellenfeld (6) das Innere des Einblaselements (1) beleuchtet.

31. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß das Detektorsignal (11') einer Auswerteeinrichtung zur Bestimmung der Testgaskonzentration in dem Prüfvolumen (4) und/oder der Größe eines Lecks (2) zugeführt wird.

32. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß zum Testgasnachweis eine in der Deutschen Patentanmeldung DE 195 00 947.9 (Stetter/Schroff, 14.01.95) beschriebene Anordnung zur Bestimmung der Testgaskonzentration im Prüfvolumen (4) und/oder Untersuchungsvolumen (3) verwendet wird.

33. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß zum Testgasnachweis eine in der Deutschen Patentanmeldung DE 195 35 720.5 (Stetter/Schroff, 26.09.95) beschriebene Anordnung zur Bestimmung der Testgaskonzentration im Prüfvolumen (4) und/oder Untersuchungsvolumen (3) verwendet wird.

34. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß als Detektor (11) ein Massenspektrometer und/oder Halbleitersensor und/oder ein Sensor zur Bestimmung des Testgasanteils eines Gases mittels Messung der Wärmeleitfähigkeit des Gases und/oder ein Sensor zur Bestimmung des Testgasanteils eines Gases mittels der Messung der Elektronenaffinität – vorzugsweise basierend auf dem Resonanzeinfang von Elektronen – des Gases verwendet wird.

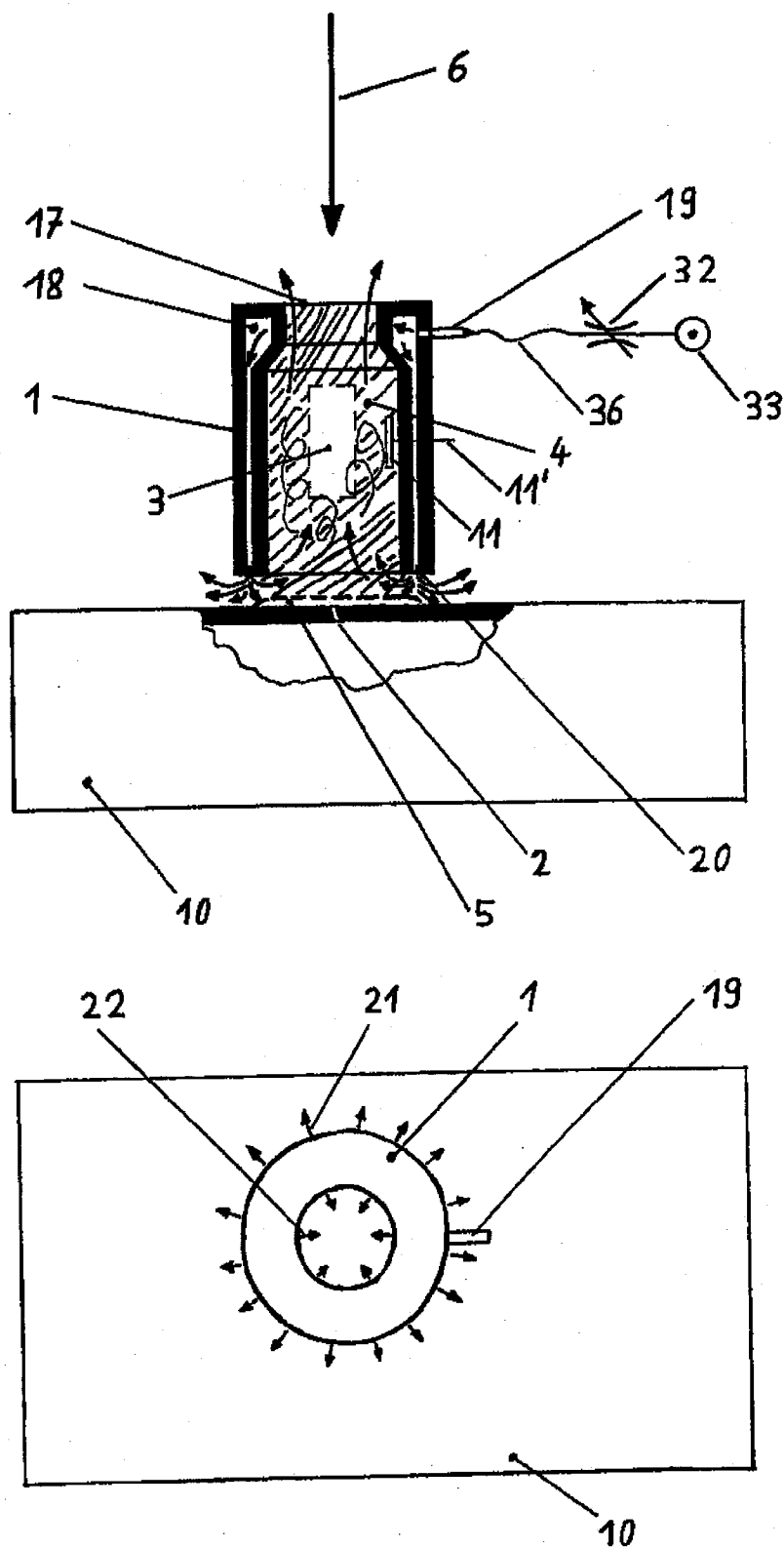


Fig. 1

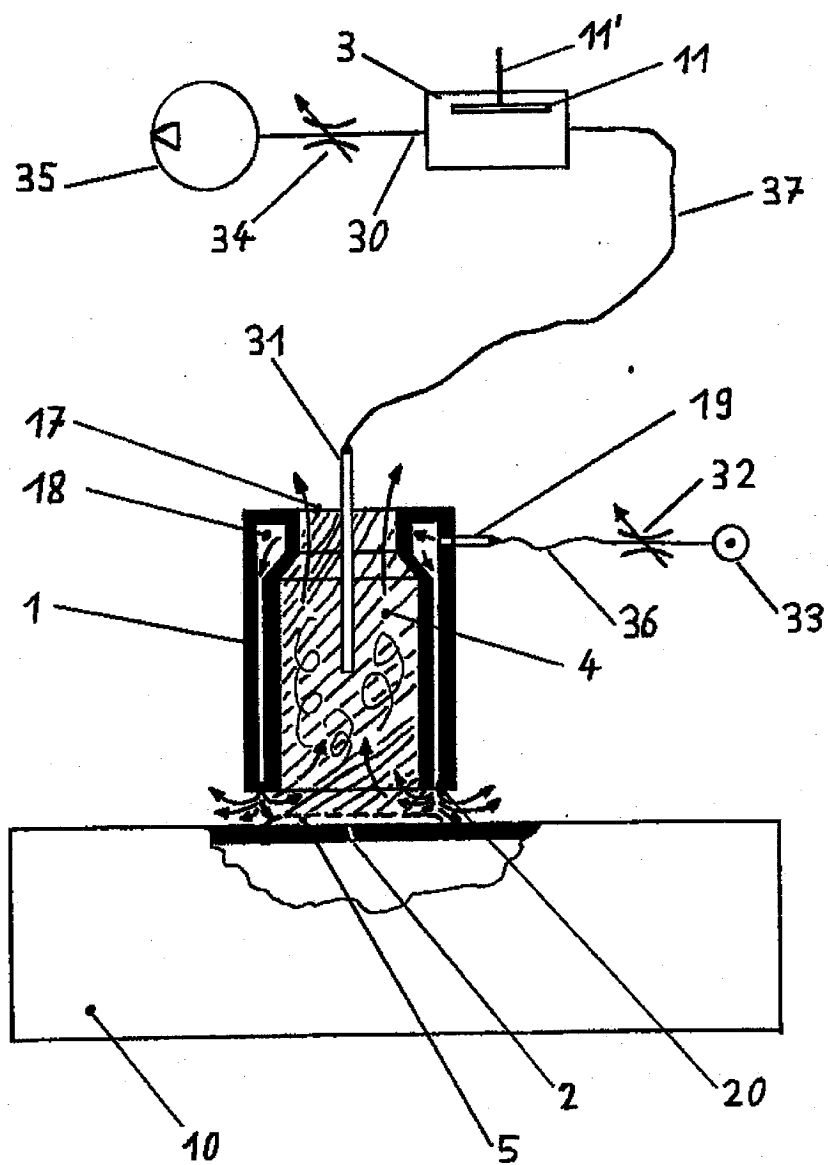


Fig. 2

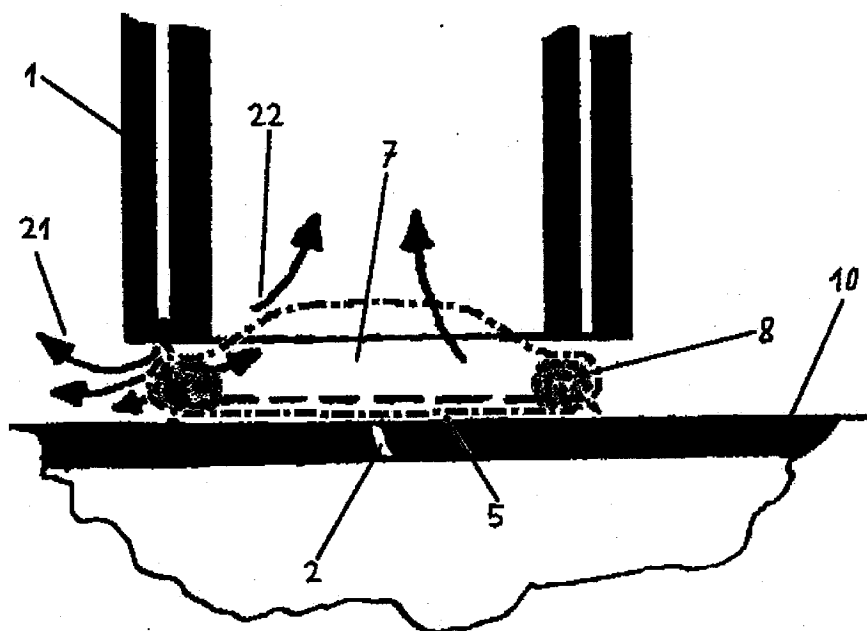


Fig. 3

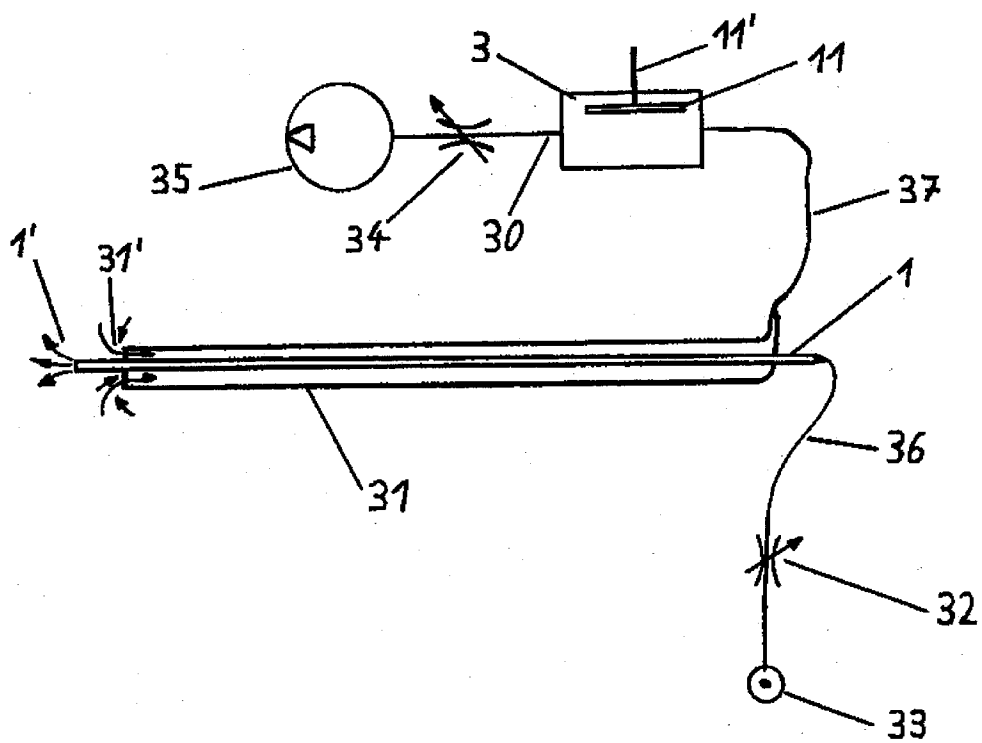


Fig. 4

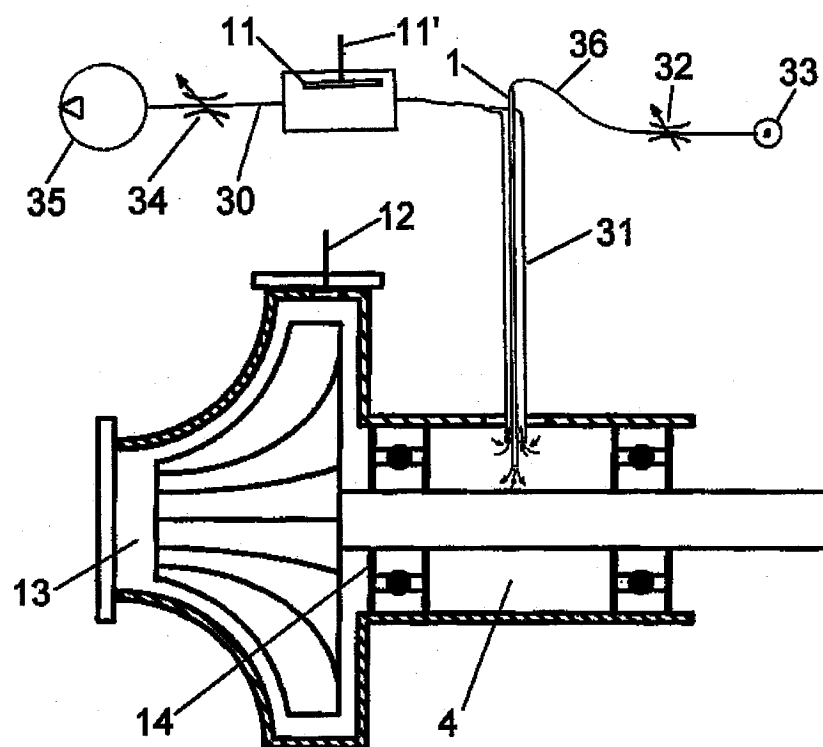


Fig. 5